



## TREMOLITA ASBESTIFORME EN MÁRMOL DE ALTAUTINA, PROVINCIA DE CÓRDOBA

Francisco Locati<sup>1</sup>, Leticia Lescano<sup>2,3</sup>, Juan Murra<sup>1</sup>, Edgardo Baldo<sup>1</sup>, Pedro Maiza<sup>3</sup> y Silvina Marfil<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>CICTERRA (CONICET-UNC), Av. Vélez Sarsfield 1611, X5016GCA, Córdoba, Argentina

<sup>2</sup>CIC de la provincia de Buenos Aires

<sup>3</sup>Departamento de Geología (UNS), San Juan 670, 8000, Bahía Blanca, Argentina

Los afloramientos de mármoles en las Sierras de Córdoba (SC), están ampliamente distribuidos y su composición varía desde extremos dolomíticos a cálcicos, con predominio de los primeros. El porcentaje de minerales accesorios es igualmente variable siendo tremolita, flogopita, diópsido y forsterita los más comunes. Por lo general yacen en forma de bancos tabulares o lenticulares frecuentemente plegados, asociados a rocas para y ortoderivadas del basamento (gneises, esquistos, migmatitas, anfíbolitas y rocas ultramáficas). Al oeste de las sierras, en la zona de Altautina, son mayoritariamente dolomíticos, de grano medio a fino y con un residuo insoluble que varía entre 2% y 25%, siendo la tremolita el principal mineral accesorio junto a otros silicatos como talco y serpentina (Sfragulla *et al.* 1999). Este mineral, de hábito prismático, por lo general presenta formas planares a fibrosas de gran desarrollo, y puede observarse diseminado en la masa carbonática, como relleno de venas o en planos de discontinuidad. En algunos sectores, estos anfíboles se agrupan en haces de fibras > 5 µm de largo, < 3 µm de diámetro y relación largo/ancho > 3, lo que los califica como minerales del grupo de los asbestos (ej: OSHA 1992). Este término no representa a un solo mineral sino que describe a un grupo de silicatos hidratados de magnesio, fibrosos y muy flexibles. Presentan además, resistencia química, eléctrica y térmica por lo que su uso comercial se ha extendido mundialmente (Veblen y Wylie 1993). Si bien la explotación e importación de asbestos ha sido prohibida a nivel nacional en consonancia con otros países del mundo (Rodríguez 2004), la determinación y caracterización de anfíboles asbestiformes resulta de sumo interés ya que éstos podrían ser liberados durante las tareas de explotación de los mármoles del sector, o degradados por procesos de meteorización en escombreras expuestas durante largos períodos de tiempo.

En el presente resumen se adelantan datos de caracterización de anfíboles fibrosos (petrográficos, DRX, SEM-EDS y EPMA) presentes en una cantera abandonada de mármol, localizada a 3 km al NE de la localidad de Altautina, en el sector occidental de las SC (Figura 1a). Esta información es complementaria a estudios de degradación mecánica que se están llevando a cabo sobre las fibras de tremolita del sector. Las abreviaturas minerales fueron tomadas de Whitney y Evans (2010) y los anfíboles clasificados según Hawthorne *et al.* (2012). El material estudiado proviene de una zona de alteración metasomática (~ 50 cm de ancho) localizada en el contacto entre un banco de mármol dolomítico (Dol + Tr ± Cal ± Tlc) de 20 m de ancho (N340°/70°E) y gneises/esquistos cuarzo-biotíticos (Figura 1b) que por sectores pasan a migmatitas estromatíticas finamente bandeadas. La faja metasomática puede dividirse en tres zonas en dirección al banco de mármol (Figura 1c). La zona 1 está compuesta por los gneises/esquistos del sector pero que evidencian un fuerte enriquecimiento en biotita (~ 20 cm de ancho). La zona 2 está compuesta por una masa de anfíboles prismáticos (Amp1) de color verde oscuro (~ 20 cm de ancho), que a nivel microscópico evidencian hábito tabular y químicamente se clasifican como magnesio-hornblendas (Figura 1d). Asociados a éstos y de forma secundaria, se identificaron cristales tabulares elongados (y en ocasiones fibrosos) de un anfíbol verde claro a blanco (Amp2) clasificado como tremolita (Figura 1d), junto a otros minerales accesorios (Cal ± Ttn ± Ep ± Bt ± Chl ± Srp ± Zrn) que aparecen como inclusiones o de forma intersticial entre los cristales Amp1. Por último, la zona 3 en contacto con el mármol (~ 5 cm de ancho), está compuesta por cristales de tremolita blanca, similares a los de la zona 2 (Amp2) pero alineados, lo que le otorga a la roca una foliación grosera y constituye su principal fase accesorio. En sectores localizados de esta zona, predomina el Amp2 asociado con haces de fibras blancas, finas y alargadas (Figura 1e, 1f y 1g) que en ocasiones adquieren morfología asbestiforme (> 5 µm de largo y < 3 µm de ancho), y se entrelazan formando un mallado apretado. Resultados de DRX y EPMA (Figura 1d y 1h) clasifican a este material como tremolita (Amp3). Además, se lo reconoció como relleno de venas que cortan la foliación general del mármol en la zona de contacto y en planos de discontinuidad (Figura 1i), aunque con un mayor desarrollo.

Si bien en el sector estudiado se determinó la presencia de tremolita asbestiforme (Amp3) y no asbestiforme (Amp2), composicionalmente no existe una diferencia importante entre las distintas zonas identificadas en las imágenes de electrones retrodispersados (Figura 1f). Tampoco se observaron diferencias composicionales importantes entre las dos morfologías predominantes Amp2 y Amp3 (SiO<sub>2</sub> = 57,07-58,61 %, MgO = 22,94-24,09 %, CaO = 12,85-13,52 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,48-3,17 %, FeO<sub>T</sub> = 0,55-1,78 %, Na<sub>2</sub>O = 0,03-0,32 %, MnO = 0,05-0,08 %). La variedad asbestiforme está localizada en sectores discretos y no representa un volumen importante del material explotado. Sin embargo se sugiere avanzar en el estudio de otras áreas de la provincia a fin de determinar su presencia, características químicas/morfológicas, abundancia y distribución, con el objetivo de evaluar su potencial impacto para la salud humana.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al CICTERRA (CONICET-UNC), a la CIC de la provincia de Buenos Aires y al Dpto. de Geología de la UNS. El trabajo es financiado por los proyectos PICT 2011 (FONCyT) y SECyT-UNC 05/I708.

Hawthorne, F., Oberti, R., Harlow, G., Maresch, W., Martin, R., Schumacher, J. y Welch, M. 2012. Nomenclature of the amphibole supergroup. *American Mineralogist* 97: 2031-2048.

OSHA. 1992. Occupational exposure to asbestos, tremolite, anthophyllite and actinolite. Occupational Safety and Health Administration, Federal Register 57: 24310-24331.

Rodríguez, E. 2004. Asbestos banned in Argentina. *International Journal of Occupational and Environmental Health* 10: 202-208.

Sfragulla, J., Jerez, D. y Bonalumi, A. 1999. Mármoles y otras rocas carbonáticas de Córdoba. En Zappettini, E.O. (ed.) *Recursos Minerales de la República Argentina, IGRM-SEGEMAR, Anales* 35: 271-295, Buenos Aires.

Veblen, D. y Wylie, A. 1993. Mineralogy of amphiboles and 1: 1 layer silicates. En Guthrie, G. y Mossman, B. (eds.). *Health Effects of Mineral Dusts*, Mineralogical Society of America, Reviews in Mineralogy 28: 61-137, Washington, D.C.

Whitney, D. y Evans, B. 2010. Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist* 95: 185-187.

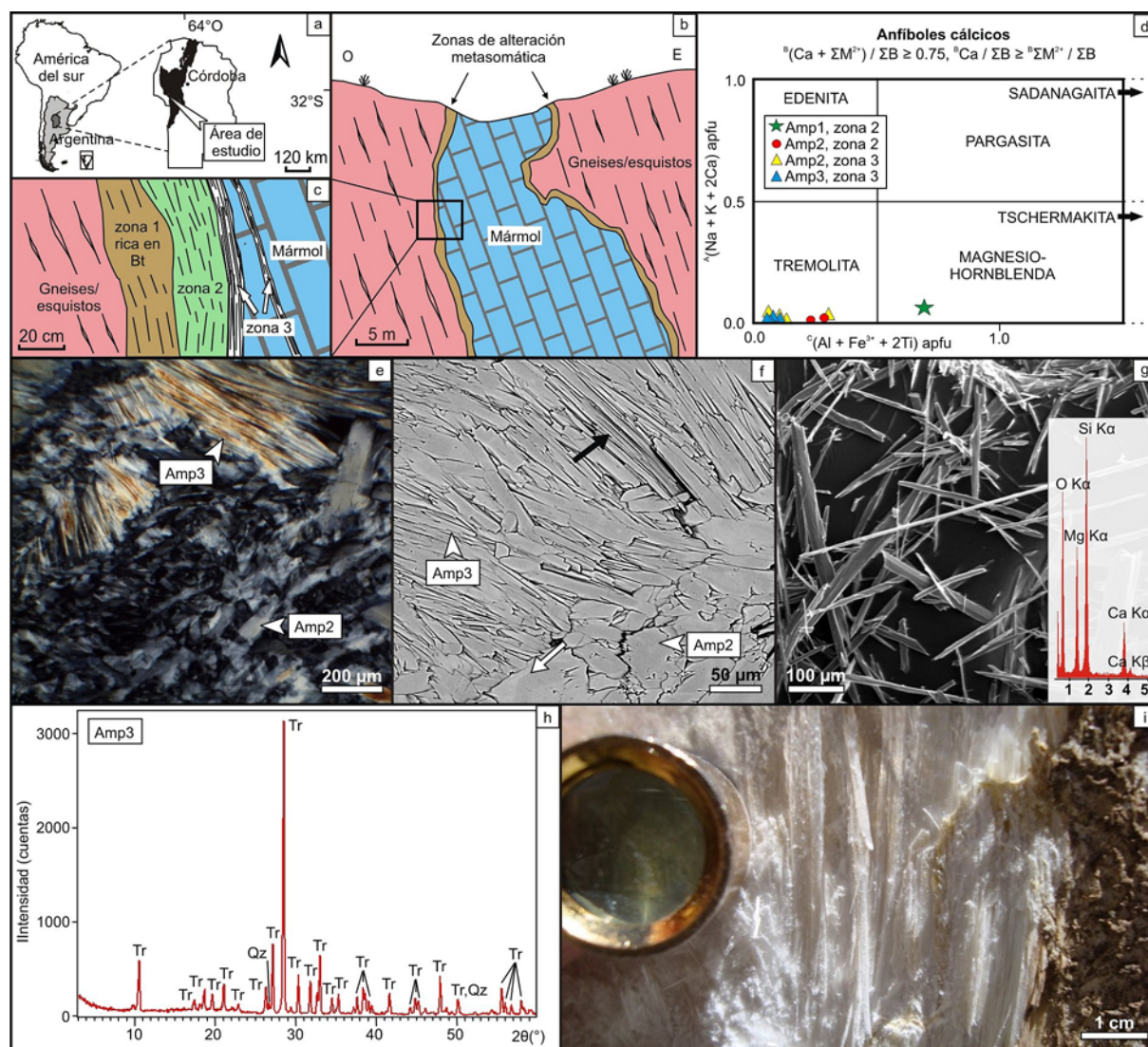


Figura 1. a) Ubicación del área de estudio en las SC. b) Esquema de la cantera estudiada. c) Detalle de la zona de alteración metasomática. d) Clasificación de los anfíboles de las zonas 2 y 3. e) Fotomicrografía de los anfíboles de la zona 3. f) Imagen de electrones retrodispersados de los anfíboles de la zona 3 (15 kV). Fibras de tremolita de  $> 5 \mu\text{m}$  de largo y  $< 3 \mu\text{m}$  de ancho (flecha negra). Ligeras variaciones composicionales (flecha blanca). g) Imagen de electrones secundarios y EDS (14 kV) de la tremolita de la zona 3 (Amp3). h) Difractograma de la tremolita de la zona 3 (Amp3). Evidencia una excelente coincidencia con la ficha PDF 01-085-0877. i) Fibras de tremolita blanca (Amp3) en plano de falla (zona 3).